

(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07035210 A**(43) Date of publication of application: **07.02.95**

(51) Int. Cl.

**F16H 9/00**  
**F16H 61/10**  
**F16H 61/12**  
**// F16H 59:18**  
**F16H 59:36**  
**F16H 59:42**  
**F16H 59:44**

(21) Application number: **05179093**(22) Date of filing: **20.07.93**(71) Applicant: **HITACHI LTD HITACHI  
AUTOMOT ENG CO LTD**(72) Inventor: **SATO SUSUMU  
NOMURA MASAHIRO**

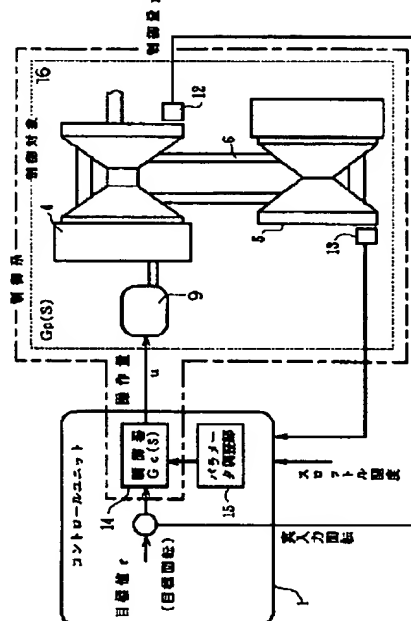
(54) **ADJUSTING METHOD OF CONTINUOUSLY  
VARIABLE TRANSMISSION FOR VEHICLE AND  
DEVICE THEREFOR**

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To eliminate the necessity for individual parameter matching by approximating a control system by a standard secondary system model, assuming attenuation coefficient and inherent angular frequency of the control system from time response data of the control system, and adjusting parameters of a control device automatically due to a difference between the estimated value and a target value.

**CONSTITUTION:** When a CVT unit 16 is controlled, current number of revolutions input pulley and target number of revolutions are first obtained based on a throttle opening degree signal and a signal of an output rotation sensor 13 in a control unit 1. Pressing oil pressure of the pulley 4 on the input side is changed for gear change via a gear change oil pressure control device 9 so that actual number of revolutions of the pulley on the input side and input number of revolutions agree with the target number of revolutions. At this time, a control system in which a control device 14 and a CVT unit 16 are combined is approximated by a standard secondary system model, attenuation coefficient and inherent angular frequency are directly estimated from the result of measurement of the target number of revolutions and input number of revolutions, and control parameters of the control device 14 are changed so that these values become desired values in a parameter adjusting section 15.



特開平7-35210

(43)公開日 平成7年(1995)2月7日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 H 9:00				
61/10		9240-3 J		
61/12		9240-3 J		5, 10
// F 1 6 H 59:18				
59:36				

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 14 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-179093

(22)出願日 平成5年(1993)7月20日

(71)出題人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000232988

日立オートモティブエンジニアリング株式  
会社

茨城県勝田市大字高場字鹿島谷津2477番地  
3

(72) 發明者 佐藤 丞

茨城県勝田市大字高場字鹿島谷津2477番地  
3 日立オートモティブエンジニアリング  
株式会社内

(74)代理人 弁理士 秋本 正実

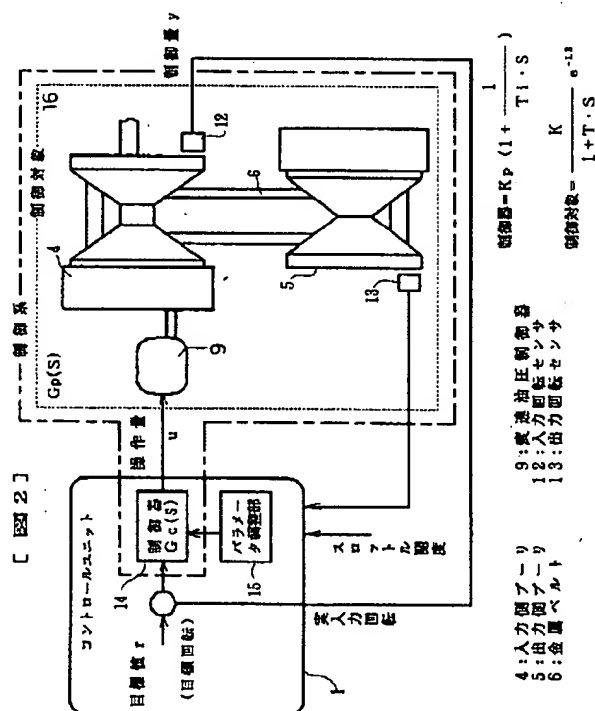
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 車両用無段変速機の調整方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】 様々な特性を持つCVTユニットに対し、制御パラメータのマッチング無しに最適な制御ができるようにする。

【構成】 目標入力回転数に対する実入力回転数の時間応答から、コントロールユニットおよびC V Tユニットからなる制御系が目標とする減衰係数 $\xi$ と角周波数 $\omega_n$ を持つように制御パラメータを自動的に修正していく。通常の動作時の信号を用いてパラメータを修正して行くため、特別な供試信号によるマッチング行程が不要になる。C V Tユニットは経時的に劣化してその特性が変化していくため、この制御パラメータの修正処理を、所定走行距離毎あるいは定期点検毎に実施する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジン回転数と、入力プーリ回転数と、車速と、アクセル開度とを検出し、各検出値に応じて制御装置が指令値を算出し、該算出値に基づき変速指令を出力し、入力側プーリと出力側プーリの V 字形溝の間隔を変化させ、該両プーリ有効径を変化させることにより変速を無段階に行う車両用自動変速機において、該車両用自動変速機の制御系を標準モデルで近似し、前記制御系の時系列入出力データを計測して、この計測結果から前記制御系を前記標準モデルで近似するためのモデル・パラメータを推定し、該モデル・パラメータを設定値とするように前記制御装置の制御パラメータを自動調整する手段を備えることを特徴とする車両用自動変速機。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記自動調整を車両の走行距離が所定距離に達した時あるいは定期点検時に実行する手段を備えることを特徴とする車両用自動変速機。

【請求項 3】 請求項 2 において、車両のエンジン始動後の一定時間後の変速指令と該変速指令に対する時間応答データとを取り込む手段と、該手段が取り込んだ値から減速係数及び固有角周波数を求める手段と、該手段が求めた値が夫々の理想値に対し予め設定された範囲内に入るか否かを判定する手段と、該手段の判定結果が前記範囲内になくなったときに前記自動調整を行う手段とを備えることを特徴とする車両用自動変速機。

【請求項 4】 請求項 3 において、前記自動調整を車両の運転領域毎に行う手段を備えることを特徴とする車両用自動変速機。

【請求項 5】 請求項 1 において、車両の運転毎に運転開始のエンジン始動毎の一定時間後に変速指令と該変速指令に対する時間応答データとを取り込む手段と、該手段の取り込んだ値から減速係数及び固有角周波数を求める手段と、該手段が求めた値が夫々の理想値に対し予め設定された範囲内に入るか否かを判定する手段と、該手段の前記範囲を逸脱したと判定したときに異常状態を表示する手段と、該異常状態が表示されるときに運転モードをフェイルセーフに固定する手段とを備えることを特徴とする車両用自動変速機。

【請求項 6】 エンジン回転数と、入力プーリ回転数と、車速と、アクセル開度とを検出し、各検出値に応じて制御装置が指令値を算出し、該算出値に基づき変速指令を出力し、入力側プーリと出力側プーリの V 字形溝の間隔を変化させ、該両プーリ有効径を変化させることにより変速を無段階に行う車両用自動変速機の調整方法において、該車両用自動変速機の制御系を標準モデルで近似し、前記制御系の時系列入出力データを計測して、この計測結果から前記制御系を前記標準モデルで近似するためのモデル・パラメータを推定し、該モデル・パラメータを設定値とするように前記制御装置の制御パラメータ

タを自動調整することを特徴とする車両用自動変速機の調整方法。

【請求項 7】 請求項 6 において、前記自動調整を車両の走行距離が所定距離に達した時あるいは定期点検時に実行することを特徴とする車両用自動変速機の調整方法。

【請求項 8】 請求項 7 において、車両のエンジン始動後の一定時間後の変速指令と該変速指令に対する時間応答データとを取り込み、取り込んだ値から減速係数及び固有角周波数を求め、求めた値が夫々の理想値に対し予め設定された範囲内に入るか否かを判定し、判定結果が前記範囲内になくなったときに前記自動調整を行うことを特徴とする車両用自動変速機の調整方法。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記自動調整を車両の運転領域毎に行うことを特徴とする車両用自動変速機の調整方法。

【請求項 10】 請求項 6 において、車両の運転毎に運転開始のエンジン始動毎の一定時間後に変速指令と該変速指令に対する時間応答データとを取り込み、取り込んだ値から減速係数及び固有角周波数を求め、求めた値が夫々の理想値に対し予め設定された範囲内に入るか否かを判定し、前記範囲を逸脱したと判定したときに異常状態を表示し、該異常状態が表示されるときに運転モードをフェイルセーフに固定することを特徴とする車両用自動変速機の調整方法。

【請求項 11】 エンジン回転数と、入力プーリ回転数と、車速と、アクセル開度とを検出し、各検出値に応じて指令値を算出し、該算出値に基づき変速指令を出力し、入力側プーリと出力側プーリの V 字形溝の間隔を変化させ、該両プーリ有効径を変化させることにより変速を無段階に行う車両用自動変速機の制御装置において、該制御装置を含む車両用自動変速機の制御系を近似する標準モデルと、前記制御系の時系列入出力データを計測して得た値から該制御系を前記標準モデルで近似するモデル・パラメータを推定する手段と、該モデル・パラメータを理想値とするように制御パラメータを自動調整する手段とを備えることを特徴とする車両用自動変速機の制御装置。

【請求項 12】 請求項 11 において、前記自動調整する手段は、車両のエンジン始動後の一定時間後の変速指令と該変速指令に対する時間応答データとを取り込む手段と、該手段が取り込んだ値から減速係数及び固有角周波数を求める手段と、該手段が求めた値が夫々の理想値に対し予め設定された範囲内に入るか否かを判定する手段と、該手段の判定結果が前記範囲内にななくなったときに前記自動調整を行う手段とを備えることを特徴とする車両用自動変速機の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は車両用無段階変速機 (CV

T:Continuously Variable Transmission)に係り、特に、CVT毎にその特性を自動調整するのに好適な車両用無段階変速機とその調整方法及びその装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】特性を個々に調整する必要があるCVTユニットは、調整を行う制御器のパラメータをCVTユニット毎の特性に合せて設定する必要がある。その一つの方法として、「ステップ応答法」(「自動制御ハンドブック基礎編」第3章「線形連続時間フィードバック系の解析と設計」に記載されている調整方法)がある。

【0003】この従来方法では、図5に示すように、制御器を介さずに、CVTユニットに指令値として目標プライマリプールの回転数をステップ的に与え、その応答波形として実プライマリプール回転を計測する。そして、図6に示す様に、その特徴量である無駄時間 $L$ と最急傾斜 $R$ を抽出し、この特徴量からPID制御器の制御パラメータ、すなわち比例ゲイン、積分時間、微分時間を算出する。さらにこの算出したパラメータを実現するように、制御プログラムとデータを変更し、PID制御器とCVTユニットのマッチングを行っている。図7は、PID制御器の各構成におけるパラメータの算出例である。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、CVTユニットの伝達関数が不明な場合、測定データの確信度を上げるために、ステップ応答をさまざまな条件下で多数計測し、これからステップ応答の特徴量を抽出し、この特徴量からPID制御器の比例ゲイン $K_p$ 、積分時間 $T_i$ 、微分時間 $T_d$ を決定する必要がある。しかしこの様なPID制御器を用いてCVTユニットの変速制御を行った場合、入力側プーリと出力側プーリの回転比(以下、変速比と呼ぶ)はそれぞれのプーリがベルトを押し付ける力の微妙なバランスによって定まる上に、そのバランス位置によっても最適な制御パラメータが異なるため、パラメータマッチングが非常に困難となり、時間がかかるにも関わらず、全運転領域で満足できる制御パラメータを持つことは不可能であるという問題がある。また、同じCVTユニットであっても個体差があるため個別にマッチングをする必要があり、CVTユニットの量産に適さないという問題もある。

【0005】特開平4-84304号公報に記載されている調整方法は、上述した問題を生じることがないため、これを採用してCVTユニットを調整するのが好ましい。しかし、車両に搭載するCVTユニットは、様々な走行条件下で使用される関係で、この特開平4-84304号公報記載の従来技術を単にそのまま適用することは困難である。

【0006】本発明の目的は、CVTユニットの全運転領域でマッチングレスで最適制御パラメータを決定し良好で安全な変速制御を行うことを可能とするCVTユニ

ットとその調整方法及びその装置等を提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的は、制御器とCVTユニットからなる制御系を標準2次系モデルで近似し、制御系の時間応答データから直接に制御系の減衰係数 $\zeta$ と固有角周波数 $\omega_n$ を推定し、この推定値と制御系に要求される目標値との差により制御器のパラメータを自動調整することで、達成される。

#### 10 【0008】

【作用】制御系を標準2次系モデルで近似し、通常動作時における制御系の時間応答データから、制御系の減衰係数 $\zeta$ と固有角周波数 $\omega_n$ を推定し、これらが望ましい値となるように制御器のパラメータをコントロールユニット自身が動的に調整するため、個別のパラメータマッチングが不要となる上に全運転領域で最適な制御パラメータでの変速制御が可能になる。

#### 【0009】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施例に係るCVTユニットの構成図であり、図2はその制御機能構成図である。本実施例に係る車両は、エンジン2を動力源とし、この駆動力を、流体継手もしくはトルクコンバータ3と、油圧駆動型ベルト式無段階変速機の入力側プーリ4、金属ベルト6、出力側プーリ5とを介して駆動輪に伝達している。

【0010】コントロールユニット1は、スロットル開度センサ10からのスロットル開度信号と、出力回転センサ13からの回転信号とを基に、予め定められた変速マップを参照して、現在のあるべき入力プーリ回転数(以下、目標回転数と呼ぶ)を求める。コントロールユニット1は、実際の入力側プーリ回転数(以下、入力回転数と呼ぶ)が目標回転数に一致するように変速油圧制御器9を制御して、入力側プーリの押し付け油圧を変化させる。これにより、金属ベルト6の張力とのバランスが崩れ、変速が行われる。

【0011】本実施例では、コントロールユニット1内に変速制御を行うための制御器14とパラメータ調整機構15とを持ち、制御器14は、目標回転数と入力回転数の差分に対するPI制御機構により構成されている。このPI制御器14の伝達関数 $G_c(s)$ は、次の数1で与えられる。

#### 【0012】

##### 【数1】

[ 数 1 ]

$$G_c(s) = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i \cdot s} \right)$$

50 【0013】ここで、 $K_p$ : 比例ゲイン

5

Ti: 積分時間

S: ラプラス演算子

である。

【0014】CVTユニット16は、変速油圧制御器9とCVTユニット自体から構成されており、そのステップ応答特性が、1次遅れ+無駄時間系で近似できるものとすると、伝達関数Gp(S)は次の数2のようになる。

【0015】

【数2】

[ 数 2 ]

$$G_p(S) = \frac{K \cdot e^{-Ls}}{1 + T \cdot S}$$

[ 数 3 ]

$$\begin{aligned} G(S) &= \frac{K_p K \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot S}\right) \frac{K \cdot e^{-Ls}}{1 + T \cdot S}}{1 + K_p K \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot S}\right) \frac{K \cdot e^{-Ls}}{1 + T \cdot S}} \\ &= \frac{K_p K (1 + T_i \cdot S)}{K_p K (1 + T_i \cdot S) + T_i \cdot S (1 + T \cdot S) e^{Ls}} \\ &= \frac{K_p K (1 + T_i \cdot S)}{K_p K + (K_p K T_i + T) S + (T_i L + T_i T) S^2 + \left(\frac{T_i L^2}{2} + T_i T L\right) S^3 + \dots} \end{aligned}$$

【0019】従って、目標回転数と入力回転数の関係は、

入力回転数 = G(S) \* 目標回転数

として表される。

【0020】パラメータ調整部15は、制御器14とCVTユニット16を組合せた制御系を標準2次系モデルで近似し、この制御系の時間応答、すなわち目標回転数と入力回転数を計測し、この計測結果から、直接制御系の減衰係数ζと固有角周波数ωnを推定し、これらが望ましい値となるように制御器14の制御パラメータを変更していく。以下、これについて詳細に説明する。

【0021】先ず、標準2次系モデルであるが、次の数4にその伝達関数Gr(S)を示す。

【0022】

【数4】

\* 【0016】ここで、K: プロセス・ゲイン

T: 時定数

L: 無駄時間

である。

【0017】従って、制御器14とCVTユニット16を含めた制御系の閉ループ伝達関数G(S)は、次の数3のようになる。

【0018】

【数3】

10

\*

[ 数 4 ]

$$G_r(S) = \frac{K r \omega_n^2}{S^2 + 2 \zeta \omega_n S + \omega_n^2}$$

【0023】ここで、Kr: 定数

ωn: 固有角周波数

ζ: 減衰係数

である。

【0024】ところで、時間遅れを伴う系のステップ応答は、種々の特徴量によりその形状を記述できる。この特徴量の例として、オーバシユート量Θm、オーバシユート時間Tp、立上がり時間Tr、遅れ時間Td、整定時間Ts等がある。標準2次系モデルの場合、上記特徴量は減衰係数ζ及び固有角周波数ωnと大きな相関がある。例えば、オーバシユート量Θmと減衰係数ζとの関係は、図3及び数5に示すようになっている。

50 【0025】

【数5】

[ 数 5 ]

$$\Theta_m = e^{\frac{-\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$$

【0026】次に、図2に示す1次遅れ+無駄時間系で近似できるCVTユニットをPI制御器で制御する系を、標準2次系モデルで近似する場合の制御パラメータとK,  $\zeta$ ,  $\omega_n$ の関係を述べる。

【0027】標準2次系モデルにおいて、定常ゲインを1とするために、数4で $K_r=1$ とおき、分子、分母を $\omega_n$ で割ることにより変形すると、

[ 数 7 ]

$$\begin{aligned} & K_p K + (K_p K T_i + T_i) S + (T_i L + T_i T) S^2 \\ & + \left( \frac{T_i L^2}{2} + T_i T L \right) S^3 + \left( \frac{T_i L^3}{6} + \frac{T_i L^2}{2} \right) S^4 + \dots \\ & = K_p K + (1 + T_i \cdot S) \left( 1 + \frac{2\zeta}{\omega_n} S + \frac{1}{\omega_n^2} S^2 \right) \\ & = K_p K + \left( K_p K \frac{2\zeta}{\omega_n} + K_p K T_i \right) S + \left( K_p K \frac{1}{\omega_n^2} \right. \\ & \quad \left. + K_p K T_i \frac{2\zeta}{\omega_n} \right) S^2 + K_p K T_i \frac{1}{\omega_n^2} S^3 \end{aligned}$$

【0031】この数7において、両辺の3次以下の係数を一致させるには、次の数8～数10が成り立たなければならない(4次以上は省略する)。

【0032】

【数8】

[ 数 8 ]

$$K_p K T_i + T_i = K_p K \frac{2\zeta}{\omega_n} + K_p K T_i$$

※

[ 数 9 ]

$$T_i L + T_i T = K_p K \frac{1}{\omega_n^2} + K_p K T_i \frac{2\zeta}{\omega_n}$$

【0034】

【数10】

[ 数 1 0 ]

$$\frac{T_i L^2}{2} + T_i T L = K_p K T_i \frac{1}{\omega_n^2}$$

【0035】これらの数8～数10を整理すると、数11～数13が得られる。

【0036】

【数11】

[数11]

$$K_p = \frac{T_i}{K \frac{2\zeta}{\omega_n}}$$

[数13]

\*10

$$\left(\frac{L^2}{2} + TL\right) (2\zeta\omega_n)^2 - (L+T) (2\zeta\omega_n) + 1 = 0$$

【0039】数11～数13を、K、T、Lに付いて整理すると、次の数14～数16となり、制御系の減衰係数 $\zeta$ と固有角周波数 $\omega_n$ が定まれば、CVTユニット16の伝達関数のパラメータK、T、Lを求めることも可能となる。

【0040】

【数14】

[数14]

$$K = \frac{T_i}{K_p \frac{2\zeta}{\omega_n}}$$

[数16]

※

$$L = T_i - \sqrt{(2\zeta\omega_n T_i)^2 + 1} + \frac{1}{2\zeta\omega_n}$$

【0043】これらの関係式から、本制御系のようにCVTユニット16のパラメータK、T、Lが分からない場合でも、制御器14のパラメータ $K_p$ 、 $T_i$ が分かっている場合には、制御系の時間応答からその時の減衰係数 $\zeta$ と固有角周波数 $\omega_n$ を求めることができ、そして、以下の処理手順により、制御系が望ましい減衰係数 $\zeta'$ と固有角周波数 $\omega_n'$ を持つように、制御器のパラメータをオンラインで修正することが可能となる。

- 【0044】(1) 制御系の時間応答を計測する。  
 (2) 時間応答から制御系の現時点の減衰係数 $\langle\zeta\rangle$ と固有角周波数 $\langle\omega_n\rangle$ を推定する。  
 (3) 望ましい減衰係数 $\zeta'$ と固有角周波数 $\omega_n'$ を設定する。  
 (4) 現時点の制御パラメータ $K_p$ 、 $T_i$ 、減衰係数 $\langle\zeta\rangle$ 、固有角周波数 $\langle\omega_n\rangle$ 及び、望ましい減衰係数

\*【0037】

【数12】

[数12]

$$T_i = L + T - \frac{1}{2\zeta\omega_n}$$

【0038】

【数13】

※【0041】

【数15】

[数15]

$$T = \sqrt{(2\zeta\omega_n T_i)^2 + 1}$$

【0042】

【数16】

$\zeta'$ 、固有角周波数 $\omega_n'$ から修正後の制御パラメータ $K_p'$ 、 $T_i'$ を求める。

(5) 制御系の時間応答を計測する。

(6) 時間応答から制御パラメータ修正後の減衰係数

$\langle\zeta'\rangle$ と固有角周波数 $\langle\omega_n'\rangle$ を推定する。

(7) 推定した減衰係数 $\langle\zeta'\rangle$ と固有角周波数 $\langle\omega_n'\rangle$ が望ましい値 $\zeta'$ 、 $\omega_n'$ にほぼ近い値であれば修正処理を打ち切り、望ましい値から離れた値であれば改めて $\langle\zeta'\rangle$ 、 $\langle\omega_n'\rangle$ を $\langle\zeta\rangle$ 、 $\langle\omega_n\rangle$ と置いて(3)に至る。

【0045】上記処理手順をフローチャートで表わすと、図4に示すようになる。

【0046】現時点の制御パラメータ $K_p$ 、 $T_i$ 、推定した現時点の制御系の減衰係数 $\langle\zeta\rangle$ 、固有角周波数 $\langle\omega_n\rangle$ 及び望ましい減衰係数 $\zeta'$ 、固有角周波数 $\omega_n'$ から修

11

12

正後の制御パラメータ  $Kp'$ ,  $Ti'$  は、

【0047】

【数17】

[ 数 1 7 ]

$$Ti' = Ti + \Delta Ti$$

【0048】

【数18】

[ 数 1 8 ]

$$\Delta Ti = -\frac{1}{2} \left( \frac{1}{\zeta' \omega_n'} - \frac{1}{\langle \zeta \rangle \langle \omega_n \rangle} \right)$$

【0049】

【数19】

[ 数 1 9 ]

$$Kp' = Kp \frac{\left(1 + \frac{\Delta Ti}{Ti}\right) \left(1 + \frac{\Delta \omega_n}{\langle \omega_n \rangle}\right)}{1 + \frac{\Delta \zeta}{\langle \zeta \rangle}} \quad 20$$

[ 数 2 2 ] \*

\* 【0050】

【数20】

[ 数 2 0 ]

$$\Delta \omega_n = \omega_n' - \langle \omega_n \rangle$$

【0051】

【数21】

[ 数 2 1 ]

$$\Delta \zeta = \zeta' - \langle \zeta \rangle$$

10

【0052】制御系の時間応答から制御系の減衰係数と固有角周波数  $\omega_n$  を推定するにはカルマン・フィルタを利用する。先ず、標準2次系モデルにおいて、目標値  $r$  に対する制御量  $y$  の応答は、数6から

【0053】

【数22】

$$\left(1 + \frac{2\zeta}{\omega_n} S + \frac{1}{\omega_n^2} S^2\right) y(S) = r(S)$$

【0054】数22を離散時間系で表わすと、次の数2

※【0055】

3となる。

※30 【数23】

[ 数 2 3 ]

$$y(k) + \frac{2\zeta}{\omega_n} \cdot \frac{y(k) - y(k-1)}{\Delta t} + \frac{1}{\omega_n^2} \cdot \frac{y(k) - y(k-1) - \{y(k-1) - y(k-2)\}}{\Delta t^2} = r(k)$$

【0056】数23に対し観測ノイズ  $w(k)$  を考慮して  
カルマン・フィルタを構成すると、

★【0057】

★40 【数24】

[ 数 2 4 ]

$$\langle \phi(k) \rangle = \langle \phi(k-1) \rangle + P(k) C^T(k) W^{-1}(k) *$$

$$\{Y(k) - C(k) \langle \phi(k-1) \rangle\}$$

【0058】

【数25】



[ 数 2 5 ]

$$P(k) = \{P^{-1}(k-1) + C^T(k)W^{-1}(k)C(k)\}^{-1}$$

【0059】

\* 【0060】

【数26】  $Y(k) = r(k) - y(k)$ 

\* 【数27】

[ 数 2 7 ]

 $C(k) =$ 

$$\left[ \begin{array}{c} \frac{y(k) - y(k-1)}{\Delta t} \quad \frac{y(k) - 2 * y(k-1) + y(k-2)}{\Delta t^2} \end{array} \right]$$

【0061】

※

[ 数 2 9 ]

【数28】

[ 数 2 8 ]

$$\phi(k) = \begin{bmatrix} \frac{2\zeta}{\omega n} \\ \frac{1}{\omega n^2} \end{bmatrix}$$

20

$$\phi(0) = \begin{bmatrix} \phi_1(0) \\ \phi_2(0) \end{bmatrix}$$

【0064】

【数30】  $P(0) = I$  (単位行列)

である。

【0065】数24の  $\langle \phi(k) \rangle$  によりパラメータ  $\phi(k)$  が推定できる。この  $\phi(k)$  と減衰係数  $\zeta$  及び固有角周波数  $\omega n$  の推定値との関係は、

【0066】

※

【数31】

[ 数 3 1 ]

$$P(k) = \begin{bmatrix} \langle \phi_1(k) \rangle \\ \langle \phi_2(k) \rangle \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2\langle \zeta(k) \rangle}{\langle \omega n(k) \rangle} \\ \frac{1}{\langle \omega n(k) \rangle^2} \end{bmatrix}$$

【0067】 となり、数31より

40

【0069】

【0068】

【数33】

【数32】

[ 数 3 2 ]

$$\langle \omega n(k) \rangle = \sqrt{\frac{1}{\langle \omega n(k) \rangle^2}}$$

## [ 数 3 3 ]

$$\langle \zeta(k) \rangle = \frac{1}{2} \langle \phi_1(k) \rangle \sqrt{\frac{1}{\langle \phi_2(k) \rangle}}$$

【0070】となる。

【0071】このように、通常の動作中の制御系の時間応答から減衰係数 $\zeta$ と固有角周波数 $\omega n$ を推定し、これらに基づいて制御器のパラメータ $Kp$ 、 $Ti$ を徐々に修正していくため、マッチングをしなくとも最適な制御パラメータが生成される。また、特性の異なるCVTユニットに対し一本のプログラムで対応できるため、生産効率が向上する。

【0072】次に、上述したパラメータの設定方法をCVTユニットに適用する実施例について説明する。CVTユニットの変速制御においては、図8に示す様に、各アクセル開度に対応した目標回転数が定まっている。つまり、車両の運転領域毎に異なる目標回転数を持っている。このため、各運転領域において実際の回転数が夫々の目標回転数となるように、回転数偏差をフィードバックして圧力を制御し、変速を行う必要がある。この変速制御におけるフィードバック系のゲインは、変速機構及び油圧系の特性がリニアでないため、アクセル開度や変速比により、変速速度が異なる。そこで、アクセル開度毎にあるいは変速比によって、ゲインを設定する必要がある。このような様々な運転条件によりゲインを使い分けるとチューニング工数が増大する。しかし、上述した様な自動調整法を組み合わせることで、工数の低減を実現でき、変速線を変更することで、システムの特性が変わった場合でも対応することが容易となる。

【0073】図9は、CVTユニットの調整を行う処理手順を示すフローチャートである。上述した制御パラメータの調整は、CVTユニットを搭載した車両の工場出荷時に行うが、CVTユニットは、車両運転時間が長くなると経時的な劣化が進み、その特性は、車両出荷時から変化してくる。このため、例えば車両走行距離が所定距離に達したとき或いは車両の定期点検時にどの程度の劣化が生じているかの判定を行い、劣化の程度が大きい時は制御パラメータの再調整を行う。そこでまず、エンジン始動後の一定時間経過後に、変速指令とその時間応答データを読み取り、減衰係数 $\zeta$ と固有角周波数 $\omega n$ を求める。次に、この求めた減衰係数 $\zeta$ と固有角周波数 $\omega n$ が、夫々その理想値 $\zeta^0$ 、 $\omega n^0$ に対し、許容範囲内にあるか否かを次式により判定する。

【0074】

$$|\zeta - \zeta^0| < \Delta \zeta, \quad |\omega n - \omega n^0| < \Delta \omega n$$

この判定で、許容範囲を逸脱していると判定したときは、上述した実施例と同様にして制御パラメータを調整し直す学習処理を行う。許容範囲を逸脱していない場合

にはこの学習処理はスキップする。そして、再度、応答特性 $\zeta$ 、固有角周波数 $\omega n$ を求める処理と許容範囲内であるか否かの判定処理を行い、学習処理した結果、変速特性が回復したか否かを判断する。変速特性が回復している場合にはこのフローチャートの処理を終了し、変速特性が回復していない場合には、何等かの異常が発生している可能性があるとして判断し、異常表示を行って修理を促し、このフローチャートの処理を終了する。

【0075】上の実施例は、所定走行距離毎あるいは定期点検毎に制御パラメータの診断を行い許容範囲から逸脱した時に制御パラメータを再調整するものであるが、単に許容範囲を逸脱しているか否かの診断のみを常時行い、許容範囲を逸脱した時にその旨の異常表示をして修理を促す処理を行う構成でもよい。図10はこのための制御手順を示すフローチャートである。本実施例では、車両を運転するためにエンジン始動を行う毎に、その始動後の一定時間後にこのフローチャートの処理を毎回行う。そして先ず、減衰係数 $\zeta$ 、固有角周波数 $\omega n$ を求め、前述と同様に夫々が許容範囲内にあるか否かを判定する。そして、許容範囲を逸脱しているときは異常表示を行うと共に、フェイルセーフモード（例えば、3速固定）による走行をするようにし、車両のユーザに修理を促す。

【0076】

【発明の効果】本発明によれば、コントロールユニットとCVTユニットからなる制御系の動作中の時系列入出力データを基に制御器のパラメータが常に自動チューニングされるので、従来の膨大なパラメータのマッチング行程が不要になる上に、全運転領域で最適な制御パラメータを用いた変速制御が可能になるため、運転性及び燃費等も向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るCVTユニットの構成図である。

【図2】図1に示すCVTユニットの制御機能構成図である。

【図3】本実施例でのオーバーシュート量と減衰係数 $\zeta$ との関係を示す説明図である。

【図4】本実施例での制御パラメータの処理フローチャートである。

【図5】従来技術における制御パラメータを決定するための説明である。

【図6】従来技術におけるステップ応答波形の特徴量の説明図である。

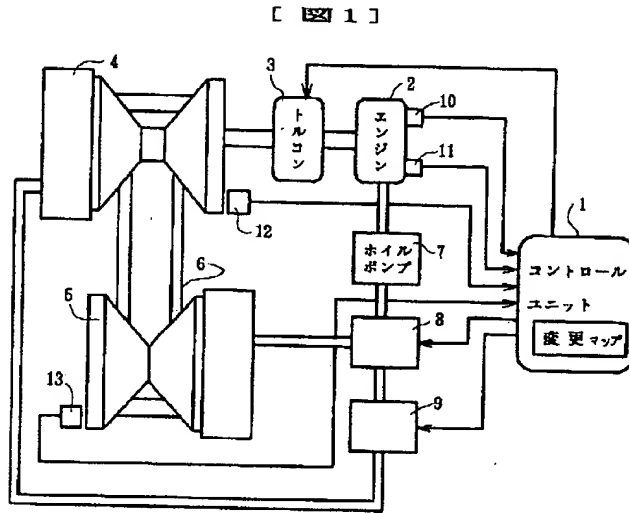
【図7】PID制御器の各構成におけるパラメータの算出例を示す図である。

【図8】CVTユニットにおける目標回転数と車速との関係を示すグラフである。

【図9】車両走行時に行う制御パラメータの学習処理手順を示すフローチャートである。

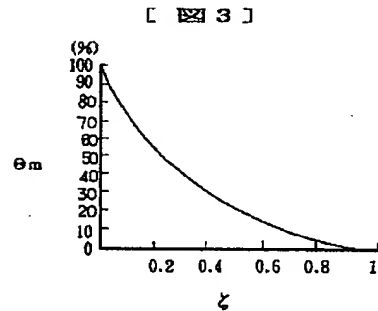
【図10】車両走行時に行う制御パラメータの異常有無の判定処理手順を示すフローチャートである。

【図1】

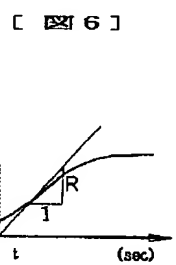


- 2: エンジン  
3: トルクコンバータ  
4: 入力側プーリ  
5: 出力側プーリ  
6: 金属ベルト  
7: オイルポンプ  
8: ライン圧ソレノイド  
9: 変速油圧制御器  
10: スロットル開度センサ  
11: エンジン回転センサ  
12: 入力回転センサ  
13: 出力回転センサ

【図3】



【図6】



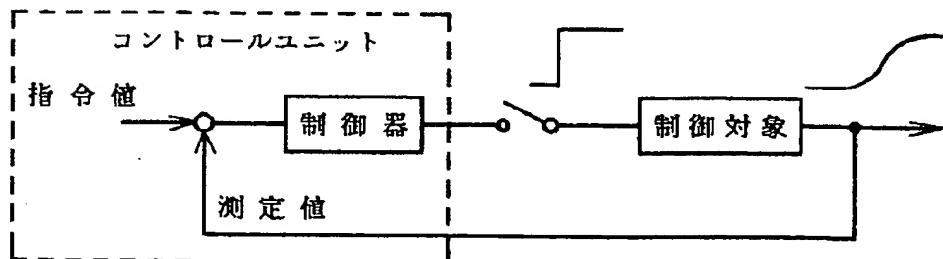
【図7】

【図7】

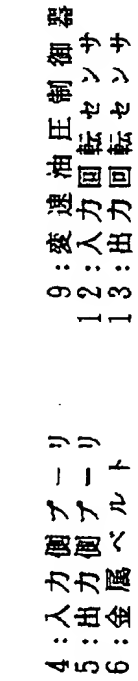
	比例帯 P%	積分時間 T <sub>i</sub>	微分時間 T <sub>d</sub>
P 制御	LR	-	-
PI 制御	1.1 LR	3.5 L	-
PID 制御	0.8 LR	2.0 L	0.5 L

【図5】

【図5】



[ 2 ]

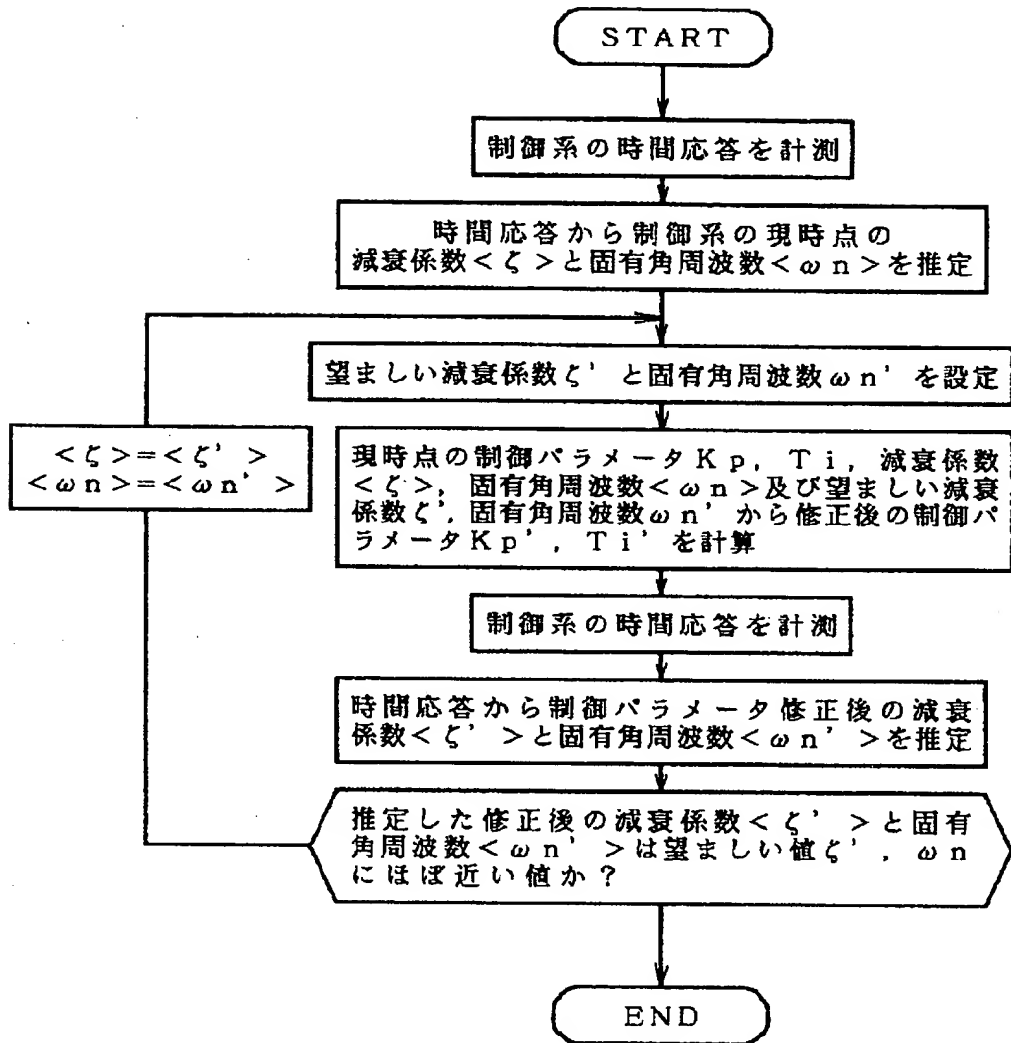


$$\text{制御器} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i \cdot S} \right)$$

$$\text{制御対象} = \frac{K}{1+T \cdot S} e^{-Ls}$$

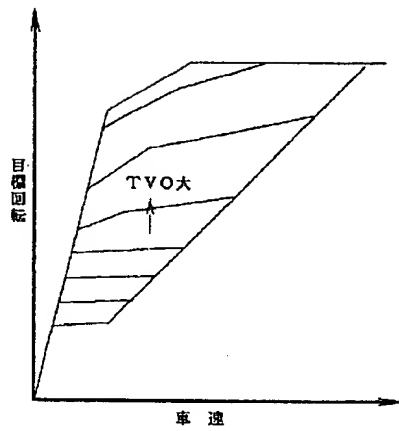
【図 4】

[ 図 4 ]



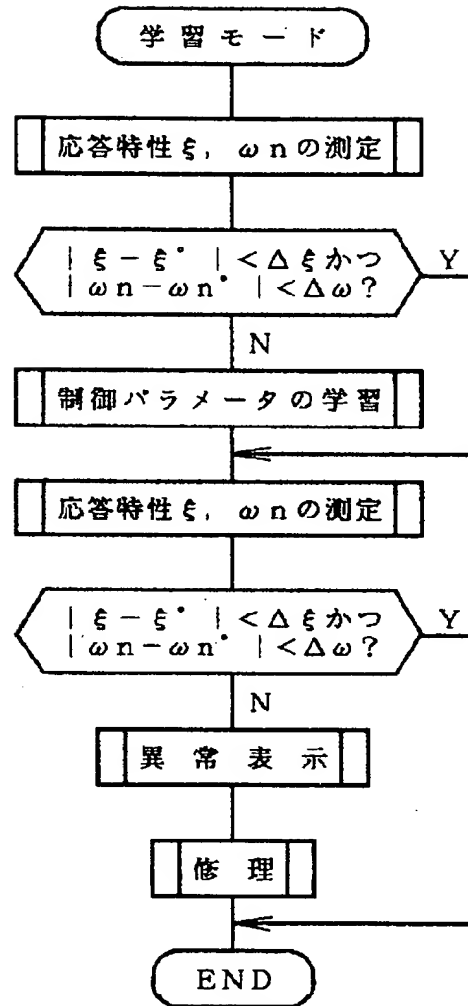
【図8】

[ 図 8 ]



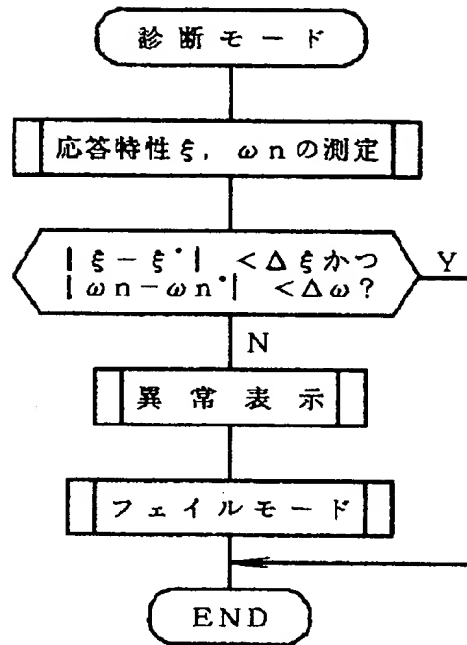
【図9】

[ 図 9 ]



【図 10】

[ 図 10 ]



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 1 6 H 59:42

59:44

(72) 発明者 野村 政英

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株

式会社日立製作所日立研究所内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】第5部門第2区分  
【発行日】平成11年(1999)10月26日

【公開番号】特開平7-35210  
【公開日】平成7年(1995)2月7日  
【年通号数】公開特許公報7-353  
【出願番号】特願平5-179093  
【国際特許分類第6版】

F16H 9/00  
61/10  
61/12  
// F16H 59:18  
59:36  
59:42  
59:44

【F I】

F16H 9/00  
61/10  
61/12

【手続補正書】

【提出日】平成11年2月9日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジン回転数と、入力プーリ回転数と、車速と、アクセル開度とを検出し、各検出値に応じて制御装置が指令値を算出し、該算出値に基づき変速指令を出力し、入力側プーリと出力側プーリのV字形溝の間隔を変化させ、該両プーリ有効径を変化させることにより変速を無段階に行う車両用自動変速機において、該車両用自動変速機の制御系を標準モデルで近似し、前記制御系の時系列入出力データを計測して、この計測結果から前記制御系を前記標準モデルで近似するためのモデル・パラメータを推定し、該モデル・パラメータを設定値とするように前記制御装置の制御パラメータを自動調整する手段を備えることを特徴とする車両用自動変速機。

【請求項2】 エンジン回転数と、入力プーリ回転数と、車速と、アクセル開度とを検出し、各検出値に応じて制御装置が指令値を算出し、該算出値に基づき変速指

令を出力し、入力側プーリと出力側プーリのV字形溝の間隔を変化させ、該両プーリ有効径を変化させることにより変速を無段階に行う車両用自動変速機の調整方法において、該車両用自動変速機の制御系を標準モデルで近似し、前記制御系の時系列入出力データを計測して、この計測結果から前記制御系を前記標準モデルで近似するためのモデル・パラメータを推定し、該モデル・パラメータを設定値とするように前記制御装置の制御パラメータを自動調整することを特徴とする車両用自動変速機の調整方法。

【請求項3】 エンジン回転数と、入力プーリ回転数と、車速と、アクセル開度とを検出し、各検出値に応じて指令値を算出し、該算出値に基づき変速指令を出力し、入力側プーリと出力側プーリのV字形溝の間隔を変化させ、該両プーリ有効径を変化させることにより変速を無段階に行う車両用自動変速機の制御装置において、該制御装置を含む車両用自動変速機の制御系を近似する標準モデルと、前記制御系の時系列入出力データを計測して得た値から該制御系を前記標準モデルで近似するモデル・パラメータを推定する手段と、該モデル・パラメータを理想値とするように制御パラメータを自動調整する手段とを備えることを特徴とする車両用自動変速機の制御装置。